

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA



**ESTUDO DA VIDA À FADIGA DOS INSTRUMENTOS  
WAVEONE PRIMARY SUBMETIDOS A MOVIMENTOS  
RECIPROCANTES**

**Marialice Helena de Caires Fernandes**

Dissertação

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2014



UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA



**ESTUDO DA VIDA À FADIGA DOS INSTRUMENTOS  
WAVEONE PRIMARY SUBMETIDOS A MOVIMENTOS  
RECIPROCANTES**

**Marialice Helena De Caires Fernandes**

Orientadores

Professor Doutor António Ginjeira (FMDUL)  
Professor Doutor Rui F. Martins (FCT-UNL, DEMI)

Dissertação

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2014



*“É necessário abrir os olhos e perceber que as coisas boas estão dentro de nós, onde os sentimentos não precisam de motivos, nem os desejos de razão. O importante é aproveitar o momento e aprender a sua duração, pois a vida está nos olhos de quem sabe ver.”*

*Gabriel Garcia Márquez*



# AGRADECIMENTOS

---

Mais difícil que escrever esta dissertação, foi expressar a minha gratidão a todas as pessoas que, não só na elaboração destes projeto, mas também ao longo destes fantásticos 5 anos, tornaram-se uma peça essencial do puzzle.

Começo por agradecer ao Prof. Dr. António Ginjeira pela orientação e paciência ao longo deste projeto e ao prof. Rui F. Martins pela disponibilidade, apoio e contributo científico que sempre demonstrou.

Ao Prof. Dr. Henrique Luís por toda a ajuda prestada na análise estatística da dissertação.

Às minhas amigas, Catarina P, Catarina M, Madalena, Soraia, Sara P, por cada sorriso, por cada palavra de apoio e principalmente por cada momento, guardo-os todos com especial carinho no meu coração.

À minha dupla, Inês Henriques, pela amizade, paciência, força e ajuda nestes difíceis e fantásticos últimos dois anos.

À Carolina, a minha companheira inseparável pelo amor e afeto desde que me conheço. A Eva que apesar da distância, sempre apoio cada passo deste longo percurso.

A minha irmã, por ver em mim tudo aquilo que sempre sonhei ser.

Um obrigado à minha família pelo suporte inesgotável, em especial ao Ricardo, pelas palavras e constante apoio.

Ao Manel, o meu porto seguro, por cada palavra de incentivo, principalmente nas horas mais difíceis, e por me fazer querer ser sempre melhor.

E por fim ao meu pilar, a minha mãe. A minha admiração, a pessoa que me faz levantar todos os dias da cama com vontade de querer sempre mais.





# ÍNDICE

---

ABREVIATURAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE TABELAS .....	xii
ÍNDICE GRÁFICOS .....	xiv
RESUMO .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
1-INTRODUÇÃO .....	1
a. Limas de Níquel-Titânio .....	1
b. Quando a Fratura Ocorre.....	2
c. Movimentos Reciprocantes .....	4
d. O surgimento de um sistema de uso único .....	5
i. WaveOne™ .....	7
2- OBJETIVOS .....	9
3- MATERIAIS E MÉTODOS .....	10
3.1 Materiais.....	10
3.2 Método .....	13
3.3 Análise estatística.....	14
4- RESULTADOS .....	15
4.1 Análise estatística descritiva .....	15
4.2 Análise estatística inferencial.....	18
5- DISCUSSÃO .....	21
6- CONCLUSÕES .....	25
7- REFERENCIAS .....	26
ANEXO 1 .....	I



# ABREVIATURAS

---

**NiTi**- níquel-titanio

**H** – horário

**AH** – anti-horário

<sup>™</sup> - Marca registrada

**WOp** – Limas WaveOne<sup>™</sup> Primary

**CNC** – Controle Numérico Computadorizado

**Mim** –minutos

**Seg**- segundos

***p*** –significância estatística

Ref<sup>a</sup> – Referência



# ÍNDICE DE FIGURAS

---

<b>Figura 1</b> - Secção das limas WaveOne™ Primary: A) Secção coronal – triângulo convexo; B) Secção Apical – triângulo convexo modificado (Bürklein <i>et al.</i> , 2012).....	8
<b>Figura 2</b> - Esquema da conformação seccional das limas WaveOne™ Primary em coronal (C) e apical (D). Imagem adaptada (Dentsply, 2012).....	10
<b>Figura 3</b> – (A) Banco de ensaio com medidas gerais, (a), (b) e (c); (B) indicação do ponto W e peças 1 e 2 (Pinto, 2013).....	11
<b>Figura 4</b> – Parafusos utilizados para manter as peças 1 e 2 imóveis.....	11
<b>Figura 5</b> – Fotografia da lima WaveOne montada sobre o micromotor e perfeitamente encaixada até ao ponto W do banco de ensaio.....	12
<b>Figura 6</b> – (A) Mesa de ensaio (B) Micromotor montado sobre o banco de ensaio e fixo por duas braçadeiras.....	12
<b>Figura 7</b> – Mesas de coordenadas.....	13



# ÍNDICE TABELAS

---

<b>Tabela 1</b> – Comparação do ângulo de rotação e a velocidade das limas WaveOne e Reciproc.....	7
<b>Tabela 2</b> – Classificação das limas WaveOne™ .....	7
<b>Tabela 3</b> – Análise descritiva dos dados obtidos para o tempo até a fratura de cada lima, nos diferentes grupos.....	16
<b>Tabela 4</b> – Frequência relativa e absoluta dos tempos em segundos até a fratura.....	18
<b>Tabela 5</b> – Resultados da aplicação dos testes de normalidade nos tempos até a fratura...	18
<b>Tabela 6</b> – Teste da homogeneidade de variâncias.....	20
<b>Tabela 7</b> – ANOVA de uma só variável.....	20





# ÍNDICE GRÁFICOS

---

**Gráfico 1** – Representação do tempo até a fratura das limas do grupo G1 e a sua média...17

**Gráfico 2** - Representação do tempo até a fratura das limas do grupo G2 e a sua média.. 17

**Gráfico 3** – Representação do tempo até a fratura das limas do grupo G3 e a sua média..17

**Gráficos 4** – (A) gráfico Q-Q Normal de tempo até a fratura das limas do G1; (B) gráfico Q-Q Normal de tempo até a fratura das limas do G2; (C) gráfico Q-Q Normal de tempo até a fratura das limas do G3..... 19

**Gráfico 5** – Diagrama de caixas do tempo até a fratura de cada grupo de amostras: G1, G2 e G3.....19



## RESUMO

---

**Objetivo:** compreender se existem alterações, após a primeira utilização, da resistência à fadiga das limas WaveOne Primary, como é indicado pelo fabricante.

**Métodos:** 43 limas WaveOne Primary divididas em 3 grupos, consoante o número de utilizações: G1 limas com zero utilizações (n=13), G2 limas com uma utilização (n=15) e G3 limas com duas utilizações (n=15). As limas foram testadas à fadiga a partir de um dispositivo que simula o canal radicular (4,7 mm de raio e uma curvatura a 45°). Para atribuir a movimentação recíproca sobre as limas, utilizou-se o micromotor ref<sup>a</sup>. WAVEONE™ da marca Dentsply Maillefer no programa de funcionamento “WAVEONE ALL”. Registou-se o tempo até à fratura dos instrumentos de cada grupo. Para compreender a significância estatística dos dados obtidos, utilizou-se testes paramétricos, nomeadamente ANOVA de uma variante

**Resultados:** A média de tempo, em segundos, até à ocorrência de fratura das limas G1 e G2 é semelhante, diferindo apenas de alguns segundos. Por sua vez, G3 apresentou um valor médio de resistência à fadiga inferior aos outros dois grupos em estudo. A análise estatística dos dados, pelo teste ANOVA de uma variável, revelou que não existe diferença significativa ( $p=0,073$ ), entre os dados estudados.

**Conclusões:** A resistência à fadiga das limas WaveOne Primary parecem não se alterar após a primeira utilização, não existindo diferenças estatísticas significativas ( $p>0,05$ ) no tempo até à ocorrência de fratura das limas do grupos G1, G2 e G3.

**Implicação clínica:** No que respeita a resistência à fadiga cíclica das limas WaveOne Primary, parece não haver restrições para uma possível segunda utilização.

**Palavras-chave:** WaveOne, resistência à fadiga cíclica, movimentos recíprocos

# ABSTRACT

---

**Aim:** evaluate if there are any differences on cyclic fatigue resistance after use of WaveOne Primary files, as indicated by the manufacturer.

**Methodology:** 43 WaveOne Primary files were divided into three groups, according the number of uses: G1 zero uses (n=13), G2 one uses (n=15) and G3 two uses (n=15). The files were tested on a device that simulates the root canals (4.7 mm of radius and a curvature to 45°). The Waveone™ brand Dentsply Maillefer micromotor on the operational program "Waveone ALL" was used. Time to failure of each instrument was measured with a digital chronometer. Data were analysed by one-way ANOVA analyses of variance.

**Results:** The average time, in seconds, until fracture of files G1 and G2 were similar. On the other hand, G3 indicated an average fracture time inferior to the other two study groups. According to the one-way ANOVA analysis, significant difference weren't found among groups ( $p=0,073$ )

**Conclusions:** Cyclic fatigue resistance of Wave One Primary doesn't seem to change after first use. There's no statistically significant difference ( $p>0,05$ ) between G1, G2 and G3.

**Clinical implications:** It seems that reciprocating WaveOne primary files might be reused.

**Keywords:** WaveOne, cyclic fatigue resistance, reciprocating motion

# 1-INTRODUÇÃO

---

O sucesso do tratamento endodôntico depende do desbridamento e preparação eficiente do sistema canalar (Berutti E *et al.*, 2012; Kim HC *et al.*, 2012; Saber SEDM *et al.*, 2013). Os objetivos da instrumentação mecânica são remover os tecidos infetados do canal radicular, assim como criar acesso para a solução de irrigação e do medicamento intracanal e posteriormente para o material de obturação. No entanto, a complexidade da anatomia do sistema canalar e as limitações inerentes à instrumentação são desafios que podem afetar fortemente o resultado do tratamento (Saber SEDM *et al.*, 2013; Saber SEDM *et al.*, 2014).

Ao longo dos anos, para este propósito, várias técnicas e instrumentos, cada vez mais flexíveis, têm vindo a ser desenvolvidos (Kim HC *et al.*, 2012; Park SK *et al.*, 2013). Os clínicos procuram, como características ideais, limas com uma boa resistência à fadiga, eficientes mas simultaneamente capazes de efetuar uma preparação conservadora. Instrumentos eficientes poupam tempo e trabalho ao médico dentista, sendo este fator influenciado pelo tipo de instrumento, a técnica utilizada e a anatomia dos canais (Kim HC *et al.*, 2012; Pedullà E *et al.*, 2013). A capacidade de corte e o correto desbridamento dependem do instrumento *per se* desta forma, o número de utilizações é diretamente proporcional às alterações das suas capacidades, ocorrendo uma diminuição da eficiência do instrumento à medida que aumenta o número de utilizações do mesmo (Park SK *et al.*, 2013).

## **a. Limas de Niquel-Titânio**

Com o desenvolvimento de novos instrumentos, o uso de sistemas rotatórios de Niquel-Titânio (NiTi) tornou-se popular na preparação biomecânica dos canais radiculares, em detrimento das limas de aço inoxidável (Arias A *et al.*, 2012; Kim HC *et al.*, 2012; Fatma Y&Ozgur U, 2013; Park SK *et al.*, 2013; Pirani C *et al.*, 2013; Saber SEDM *et al.*, 2013).

O aparecimento das limas de NiTi reduziu consideravelmente os erros durante a preparação canalar, permitindo, assim, a obtenção de resultados mais fiáveis e previsíveis (Kim HC *et al.*, 2012; Park SK *et al.*, 2013). Estas limas apresentam maior flexibilidade e eficiência de corte, quando comparadas com as antigas limas de aço inoxidável (Arias A *et al.*, 2012; Kim HC *et al.*, 2012; De-Deus G *et al.*, 2014), oferecendo uma menor taxa de transporte de material em direção apical, bem como uma maior conservação de dentina e diminuição de risco de acidentes como *zipping* e *stripping*.

Contudo, apesar das inúmeras vantagens deste tipo de instrumento, a sua fratura é ainda um fenómeno muito comum, podendo ter implicações graves na prática clínica (Kim HC *et al.*, 2012; Fatma Y&Ozgur U, 2013; Kim HC *et al.*, 2013; Pirani C *et al.*, 2013; Saber SEDM *et al.*, 2013).

#### **b. Quando a Fratura Ocorre**

A fratura de instrumentos no interior dos canais é um problema sério, que pode prejudicar os resultados do tratamento. Inclusive, um levantamento efetuado por Madarati *et al.*, (2008) apurou que 61,8% dos dentistas referem que a maioria das complicações surgem durante ou após a remoção da lima fraturada. As complicações mais comuns, referidas na literatura, são a remoção excessiva de estrutura dentária, perfurações, degraus e transporte apical (Castelló-Escrivá R *et al.*, 2012).

A fratura, por fadiga, dos instrumentos de rotatórios de NiTi, ocorre por dois mecanismos diferentes: fratura por torção e fratura por flexão rotativa/fadiga cíclica (Kim HC *et al.*, 2012; Plotino G *et al.*, 2012; Saber SEDM *et al.*, 2013).

As fraturas por torção ocorrem quando a ponta do instrumento, ou outra parte, bloqueia no canal e a haste continua em rotação. A fratura da ponta dá-se quando é excedido o limite de elasticidade do metal, ocorrendo o colapso plástico, sendo que tal acontecimento pode comprometer o tratamento, especialmente quando não é atingido um *cleaning*, *shaping* e selagem adequada num canal infetado (Kim HC *et al.*, 2012; Plotino G *et al.*, 2012; Pedullà E *et al.*, 2013; Pedullà E *et al.*, 2013; Saber SEDM *et al.*, 2013). Este tipo de fratura manifesta sinais macroscópicos de deformação plástica, como por exemplo: espiras apertadas (com estrição), desenroladas ou completamente invertidas (Pirani C *et al.*, 2013).

A fratura das limas por flexão rotativa ocorre na zona da lima sujeita a tensões máximas de flexão, como resultado do acumular de ciclos de movimentos de compressão e tração repetitivos, que ocorrem durante a rotação, com flexão do instrumento no interior do canal (Arias A *et al.*, 2012; Kim HC *et al.*, 2012; Pedullà E *et al.*, 2013; Pedullà E *et al.*, 2013; De-Deus G *et al.*, 2014). Por sua vez, este tipo de fratura não apresenta sinais visíveis de deformação plástica, ocorrendo uma fratura inesperada (Castelló-Escrivá R *et al.*, 2012; Pedullà E *et al.*, 2013; Pirani C *et al.*, 2013; De-Deus G *et al.*, 2014).

A resistência à fadiga das limas NiTi tem sido alvo de diversos estudos. Inúmeras variáveis, como por exemplo, a velocidade de rotação, os processos tecnológicos de fabrico e as características metalúrgicas das ligas podem influenciar a sua resistência (Plotino G *et al.*, 2012; Pedullà E *et al.*, 2013). Um fator adicional que limita potencialmente a resistência à fadiga é a corrosão, que pode surgir devido à presença de hipoclorito de sódio durante o processo de irrigação e desinfecção. O padrão de corrosão presente à superfície das limas é do tipo microcorrosão por picada, a qual enfraquece a resistência estrutural estática e dinâmica do instrumento (Fatma Y&Ozgur U, 2013; Pedullà E *et al.*, 2013).

É necessário ter em consideração que os materiais fraturam devido ao surgimento e propagação de fendas, que têm origem na superfície dos instrumentos, ou em de defeitos internos. A propagação das fendas ocorre quando a energia elástica armazenada (energia mecânica) é libertada e excede a energia necessária para formar duas superfícies (energia da superfície) (Arias A *et al.*, 2012). Numa situação de fratura por fadiga, a nucleação das fendas à superfície dos instrumentos inicia-se normalmente sobre a superfície de trabalho (Arias A *et al.*, 2012; Castelló-Escrivá R *et al.*, 2012). As superfícies que apresentam acabamento de superfície com pequenas estrias de fabrico (rugosidade média mais elevada) são mais propensas à nucleação e propagação de fendas por fadiga, pois a concentração de tensões é, neste caso, maior (Castelló-Escrivá R *et al.*, 2012). Para além do referido anteriormente, têm vindo a ser desenvolvidas algumas técnicas com o objetivo de reduzir os defeitos de fabrico, como é o caso do novo processo de confeção de fios de NiTi *M-wire*, ligas submetida a processos térmicos especiais que melhoram a sua resistência à fadiga e aumentam a flexibilidade (Arias A *et al.*, 2012; Pedullà E *et al.*, 2013).

### c. Movimentos Reciprocantes

O movimento reciprocante pode ser definido como um movimento oscilante, que ocorre quando um instrumento roda numa direção e depois inverte o sentido antes de finalizar um ciclo completo de rotação (Pedullà E *et al.*, 2013; De-Deus G *et al.*, 2014). Este movimento é comparado com a técnica da força balanceada, descrita por James Roane em 1985, preservando a curvatura do canal radicular (Gergi *et al.*, 2014).

Recentemente, tanto estudos *in vivo* como estudos *ex vivo*, demonstraram que estes movimentos têm uma grande influência na melhoria da resistência à fadiga dos instrumentos NiTi (Kim HC *et al.*, 2012; Plotino G *et al.*, 2012; Kim HC *et al.*, 2013; Pedullà E *et al.*, 2013) e um extenso aumento da sua durabilidade, quando comparado com os movimentos de rotação convencionais (Kim HC *et al.*, 2013; De-Deus G *et al.*, 2014).

Os fabricantes referem que este movimento reduz a probabilidade de ocorrência de torção dos instrumentos, graças ao seu sistema de alteração periódica do sentido da rotação (170° no sentido anti-horário e 50° no sentido horário, no caso das WaveOne) (Kim HC *et al.*, 2012; Pedullà E *et al.*, 2013). As superfícies de corte dos instrumentos deste tipo de sistema apresentam uma angulação para a esquerda, o que permite um corte no sentido anti-horário. Os valores de corte são diferentes no sentido horário (H) e no sentido anti-horário (AH) e como o curso angular percorrido em cada um dos sentidos é mais baixo do que nos casos de rotação completa, o instrumento é sujeito a baixos valores de tensão (De-Deus G *et al.*, 2014). Com efeito, no sentido AH, o amplo ângulo (170°) de rotação no sentido do corte determina o avanço do instrumento no canal. Por outro lado, o pequeno ângulo (50°) de rotação, efetuado no sentido inverso, pelos movimentos no sentido H, permite a desinserção imediata da lima e um avanço mais seguro no seu percurso, reduzindo assim o efeito de enroscamento e consequentemente de fratura por ocorrência de colapso plástico. Os cursos angulares são específicos para cada instrumento e determinam as suas propriedades de torção (Plotino G *et al.*, 2012; Pirani C *et al.*, 2013; Saber SEDM *et al.*, 2013; Saber SEDM *et al.*, 2014).

O alcance dos movimentos reciprocantes sugerido pelos fabricantes para as WaveOne® consiste num 1 ciclo de corte por cada 3 ciclos reciprocantes no sentido AH-H. Alterações neste padrão podem afetar à resistência a fadiga do instrumento bem como a sua capacidade de *shaping* no interior do canal (Saber SEDM *et al.*, 2013). Um estudo



experimental realizado por Saber et al, (2013) alterou o movimento reciprocante fazendo que os instrumentos completassem um ciclo de corte em mais ciclos reciprocantes, do que aqueles recomendados pelo fabricante. Os autores reconheceram que ao diminuir o curso angular do movimento reciprocante (ex 90° AH-45°H) o tempo até à fratura era maior. Uma explicação para o sucedido pode passar pela limitação que existe no enroscamento das lâminas dos instrumentos na dentina que, por conseguinte, resulta numa diminuição da tensão induzida no instrumento e o aumento da vida à fadiga. Inversamente, a uma maior rotação, no sentido AH, capaz de completar um ciclo de corte com 2 ciclos reciprocantes, foi desencorajado pelos autores devido a sobrecarga inferida sobre o instrumento (Saber SEDM *et al.*, 2013).

Segundo De-Deus et al., (2014), um ponto muito importante no aumento da vida à fadiga dos instrumentos, através dos movimentos reciprocantes, é que estes permitem uma preparação mais larga da porção apical do canal, levando à redução do número de bactérias intracanal e a um melhor irrigamento.

Quanto ao tempo de preparação, observou-se que existe uma relação inversamente proporcional entre a diminuição do curso angular e o tempo até ser atingido o comprimento do trabalho, sendo possível concluir que, se aumentarmos os ciclos reciprocantes para completar o ciclo cortante (ex. 4 ciclos reciprocantes para 120°AH-30°H ou 8 ciclos reciprocantes para 90°AH-45°H) diminuámos o tempo de trabalho (Saber SEDM *et al.*, 2013).

Assim, os movimentos reciprocantes têm como objetivo minimizar o risco de fratura dos instrumentos, causado principalmente pela tensão induzida pela torção. Este risco é diminuído através da presença de um ângulo de rotação no sentido AH menor que o limite de elasticidade ao corte do instrumento. No entanto, o problema da fadiga acumulada sobre o metal permanece, e é por este motivo que esta temática continua a ser alvo de diversos estudos (Plotino G *et al.*, 2012; Saber SEDM *et al.*, 2013).

#### **d. O surgimento de um sistema de uso único**

Na medida de criar um método ideal, que permita uma preparação canalar rápida, fácil e segura, muitos estudos têm sido desenvolvidos de modo a melhorar a capacidade e design das limas NiTi (Park SK *et al.*, 2013). O surgimento de uma técnica, que associa

os benefícios dos movimentos reciprocantes a uma única lima com uma única utilização, parece ter em consideração as necessidades dos clínicos (Plotino G *et al.*, 2012; Kim HC *et al.*, 2013; Park SK *et al.*, 2013). Este conceito é interessante, sendo que a curva de aprendizagem é consideravelmente reduzida e o tempo de trabalho menor, como resultado da simplificação da técnica (Berutti E *et al.*, 2012; Kim HC *et al.*, 2012; Plotino G *et al.*, 2012; Pirani C *et al.*, 2013).

Este sistema de instrumentos NiTi de uso único utiliza movimentos reciprocantes, em vez dos movimentos convencionais, minimizando o risco de fratura causada pela aplicação de torção e de flexão com rotação. Nos sistemas convencionais, a resistência à fadiga, inferida pelas diversas utilizações dos instrumentos está aumentada, quando comparada com um sistema de uso único (Saber SEDM *et al.*, 2013).

Um ponto importante, que tem levantado alguma preocupação na prática clínica dos médicos dentistas, é a possibilidade de contaminação associada à incapacidade de uma correta esterilização dos instrumentos endodônticos. Ao observar a superfície dos instrumentos de NiTi verificou-se a presença de detritos orgânicos e inorgânicos que parecem aderir à sua superfície independentemente dos processos de descontaminação. Perante esta dificuldade, a ideia de uma lima de uso único vem erradicar o problema da infecção cruzada (Berutti E *et al.*, 2012; Pirani C *et al.*, 2013; Saber SEDM *et al.*, 2013).

Recentemente dois novos tipos de limas, com estas propriedades, foram introduzidas no mercado: RECIPROC™ (VDW, Munich, Germany) e WaveOne™ (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Ambos os sistemas são compostos por três limas de uso único (Plotino G *et al.*, 2012; Kim HC *et al.*, 2013; Park SK *et al.*, 2013; Gergi *et al.*, 2014). Produzidas através de *M-wire* de NiTi, uma liga submetida a processos térmicos inovadores, com melhores características que as limas de NiTi tradicionais (Kim HC *et al.*, 2012; Plotino G *et al.*, 2012; Pedullà E *et al.*, 2013; Pirani C *et al.*, 2013) e que apresenta uma maior flexibilidade e uma maior resistência à fadiga (Gergi *et al.*, 2014).

O fabricante recomenda para o uso destas limas motores específicos e um programa apropriado para cada tipo de sistema de lima. As limas Reciproc usam o programa “RECIPROC ALL” e as limas WaveOne o programa “WAVEONE ALL”. Estes dois tipos de sistemas apresentam diferentes ângulos de rotação e velocidade (tabela 1) (Kim HC *et al.*, 2012; Pedullà E *et al.*, 2013).

		Reciproc	WaveOne
Ângulo de rotação	Horário (H)	30°	50°
	Anti-Horário (AH)	150°	170°

**Tabela 1** – Comparação do ângulo de rotação e a velocidade das limas WaveOne e Reciproc

Apesar de todas as vantagens dos instrumentos reciprocantes, um sistema com uma única lima aporta consequências, encontrando-se sujeito tensões induzidas por torção e por flexão rotativa (fadiga), ocorrendo mais facilmente a fratura (Kim HC *et al.*, 2012).

#### i. WaveOne™

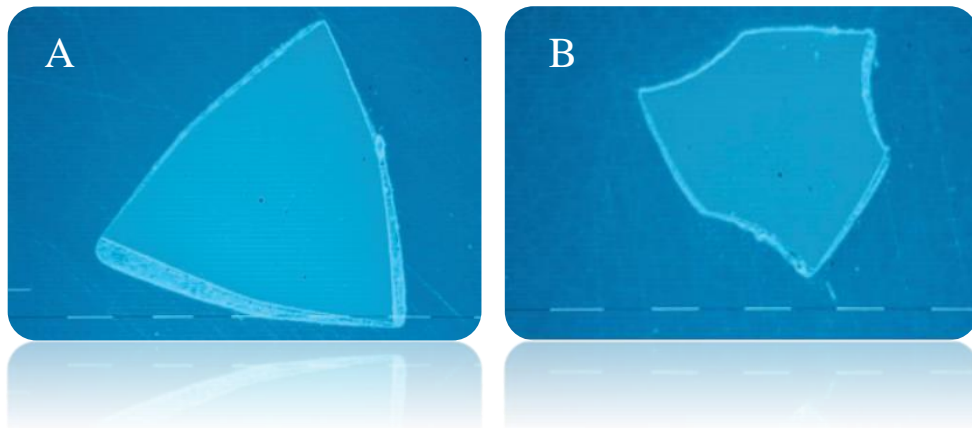
O sistema WaveOne™ (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), inicialmente idealizado por Ghassan Yared, em 2008, é constituído por três limas de NiTi *M-Wire* (tabela 2), com resistência à fadiga e flexibilidade superior a outros instrumentos rotatórios de NiTi devido ao seu fabrico com ligas *M-Wire* (Kim HC *et al.*, 2012; Plotino G *et al.*, 2012; Park SK *et al.*, 2013). Encontra-se disponível em 3 comprimentos diferentes: 21, 25 e 31mm; a escolha da lima, passa pelas dimensões dos canais, sendo a WaveOne Primary a mais utilizada. (Kim HC *et al.*, 2013; Park SK *et al.*, 2013).

WaveOne® Small	WaveOne® Primary	WaveOne® Large
ISO 21	ISO 25	ISO 40
Conicidade 6%	Conicidade 8%	Conicidade 8%



**Tabela 2** – Classificação das limas WaveOne®

A secção das WaveOne difere da zona coronal para a apical. Na porção coronal e central da lima a secção é triangular convexa (Fig. 1-A), à semelhança dos instrumentos ProTaper® e na porção apical apresenta-se como um triângulo convexo modificado (Fig. 1-B) (Plotino G *et al.*, 2012). Kim et al, (2012) reporta que quanto maior a área da secção transversal maior será a rigidez à flexão e torção e, portanto, o design da lima tem uma influência significativa na resistência à fratura por torção ou por flexão.



**Figura 1** - Secção das limas WaveOne™ Primary: A) Secção coronal – triângulo convexo; B) Secção Apical – triângulo convexo modificado(Bürklein *et al.*, 2012)

## 2- OBJETIVOS

---

De acordo com as indicações dos fabricantes, as limas WaveOne™ foram concebidas para uso único. O presente estudo pretende fundamentar esta premissa.

Assim, o objetivo principal deste trabalho é avaliar a resistência à fadiga dos instrumentos endodônticos WaveOne™ Primary, quando submetidos a movimentos reciprocantes, sendo que estes mesmos instrumentos subdividem-se em 3 grupos: não utilizados, utilizados uma vez e utilizados duas vezes. A hipótese nula testada é:

H0 – a resistência à fadiga das limas WaveOne Primary não se altera após uma utilização.

H1 – a resistência à fadiga das limas WaveOne Primary altera-se após uma utilização.

## 3- MATERIAIS E MÉTODOS

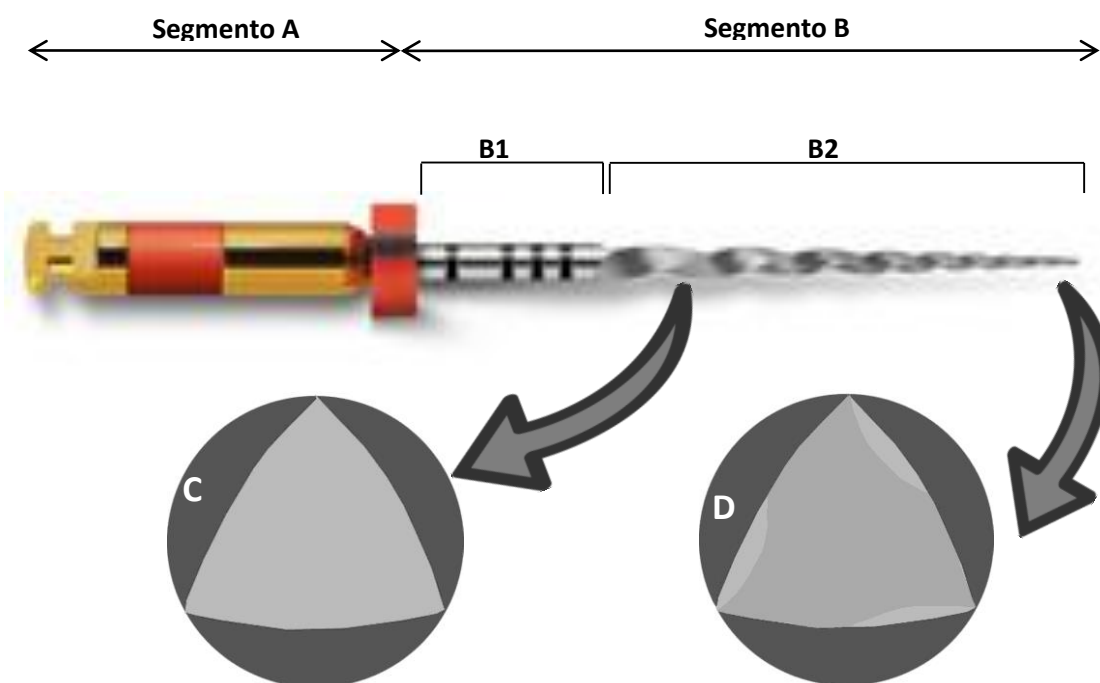
---

### 3.1 Materiais

#### *Limas*

Foram estudadas 43 limas de 25 mm WaveOne Primary™ da Dentsply Mailler, doravante WOp 0.08 (8) ou simplesmente WOp, com conicidade de 8% e diâmetro na ponta de 0,25mm.

Estas limas podem dividir-se em dois segmentos, A e B, como demonstra a Figura 2. O segmento A corresponde à porção da lima que encaixa no micromotor e é a partir desta zona que o movimento recíprocante se propaga do micromotor para a lima. O segmento B, subdividido em B1 e B2, consiste na porção da lima fabricada em NiTi, com o comprimento estimado de 25 mm. A primeira zona - B1, sem conicidade, tem como princípio dar resistência ao instrumento, aquando do seu funcionamento. A segunda zona - B2, denominada de parte ativa, com aproximadamente 16 mm, apresenta conicidade de 8% e diferentes secções.

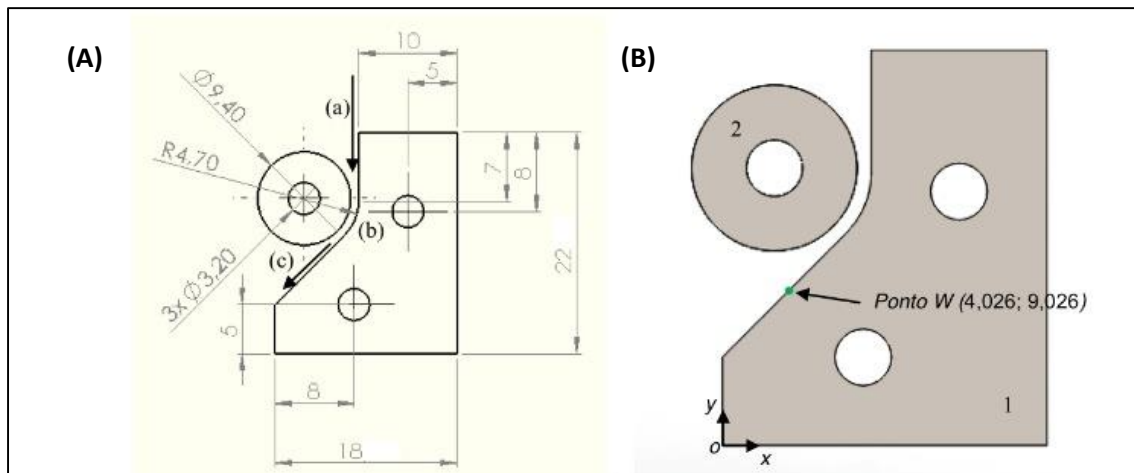


**Figura 2** - Esquema da conformation seccional das limas WaveOne™ Primary em coronal (C) e apical (D). Imagem adaptada (Dentsply, 2012)

## Equipamento

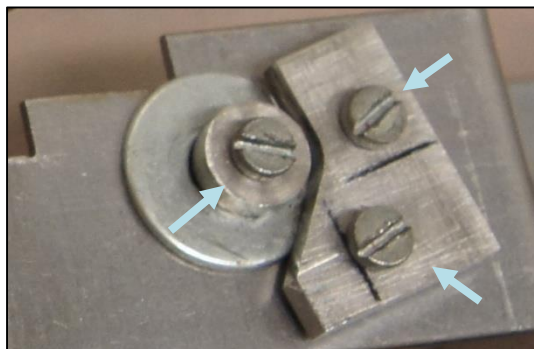
Para avaliar a vida à fadiga das limas foi utilizada uma montagem experimental desenvolvida anteriormente, para a realização de outros estudos semelhantes (Alexandre Fernandes, 2013; Pinto, 2013).

Cada dente possui em média 1-4 canais, com formas e conicidades diferentes. Para a elaboração deste estudo, foi utilizado um conjunto composto por duas peças (Figura 3 - B), peça 1 e peça 2, que permite mimetizar o canal radicular.



**Figura 3** – (A) Banco de ensaio com medidas gerais, (a), (b) e (c); (B) indicação do ponto W e peças 1 e 2 (Pinto, 2013)

A peça 2, fabricada por maquinagem em CNC a partir de um varão de aço inoxidável, permite simular um canal vertical, contendo uma zona curva com raio de curvatura de 4,7 mm e um ângulo de 45°. A zona de curvatura dista 5 mm da porção apical da lima. O aparelho possui 3 parafusos, como indicado na Figura 4, para evitar que as duas peças que simulam o canal se movimentem, uma vez que, estas devem permanecer imóveis.



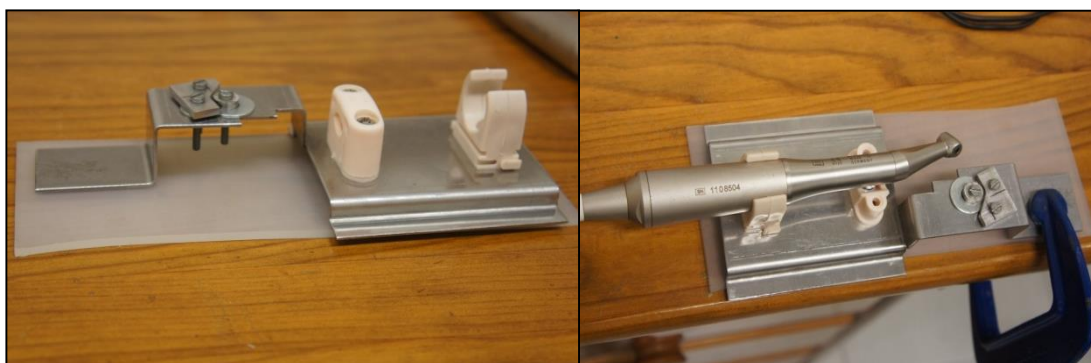
**Figura 4** – Parafusos utilizados para manter as peças 1 e 2 imóveis

Na peça 1 (Figura 3 –A), a lima WaveOne™ Primary é colocada na zona vertical (a), passando pela zona (b), onde é obrigado a ajustar a sua forma à curvatura do canal. O ponto (c) representa a extremidade final do instrumento, sendo definido pela marcação de um ponto W com coordenadas específicas (4,026;9,026) (Figura 3 –A e B). A existência de coordenadas específicas permite que a extremidade dos instrumentos se situe sempre na mesma posição, o ponto (c), submetendo assim, cada instrumento, às mesmas condições experimentais, o que permite que exista reprodutibilidade dos ensaios (Figura 5).

A zona (a), onde irá encaixar a lima WaveOne™ Primary no micromotor WaveOne (Dentsply Maillefer) encontra-se perpendicular à aresta com 10 mm de comprimento situada na peça 1. O micromotor, por sua vez, de modo a manter o instrumento, a ser ensaiado, sempre no mesmo local, encontra-se fixo por duas braçadeiras, como representado na Figura 5.



**Figura 5** – Fotografia da lima WaveOne montada sobre o micromotor e perfeitamente encaixada até ao ponto W do banco de ensaio



**Figura 6** – (A) Mesa de ensaio (B) Micromotor montado sobre o banco de ensaio e fixo por duas braçadeiras.



### 3.2 Método

Todos os instrumentos deste trabalho foram testados de acordo com o procedimento experimental que se segue.

Cada instrumento utilizado foi previamente posicionado com o auxílio de uma mesa de coordenadas X-Y.

- 1- Colocar o micromotor no sistema de fixação;
- 2- Colocar a lima no micromotor (até a posição de encaixar correta);
- 3- Garantir que a lima fica na curvatura entre as peças 1 e 2 do banco de ensaios;
- 4- Ajustar a lima numa mesa de coordenadas, de modo a que exista uma relação de perpendicularidade com a zona (a), a ponta da lima esteja inserida até ao ponto (c) e exista um correto ajustamento à curvatura do canal da peça 1 (Figura 6).
- 5- Aparafusar os 3 parafusos do banco de ensaios;
- 6- Ligar o equipamento WaveOne™ no programa WAVEONE ALL (Anexo 1);
- 7- Ligar a máquina de filmar e o cronómetro;
- 8- Manter o pedal a trabalhar até o instrumento fraturar;
- 9- Repetir o procedimento novamente até todos os instrumentos serem testados;



**Figura 7** – Mesas de coordenadas.

Os instrumentos testados foram divididos em 3 grupos, de acordo com a sua utilização e esterilização:

**Grupo 1 (G1)** – 13 limas WaveOne Primary™, sem nenhuma utilização;

**Grupo 2 (G2)** – 15 limas WaveOne Primary™, com uma utilização e esterilização.

**Grupo 3 (G3)** – 15 limas WaveOne Primary™, com duas utilizações e esterilizações.

Para o procedimento de esterilização foi usado uma autoclave de classe B, sendo os instrumentos submetidos a temperaturas de 134°C durante 30 minutos.

### 3.3 Análise estatística

A análise estatística foi efetuada com o programa de *software* SPSS 22.0 para Windows (SPSS Inc, Chicago, IL, USA), analisando os dados obtidos através de métodos descritivos e de métodos inferenciais.

Na análise descritiva foram utilizadas medidas de tendência central como a média, e de dispersão como o desvio padrão. Utilizou-se também tabelas para conhecer a frequência relativa e absoluta dos dados.

Para a análise inferencial aplicou-se o teste Kolmogorov-Smirnov Shapiro-Wilk, para verificar a normalidade da distribuição da amostra e o teste de Levene, para conhecer a sua homogeneidade. Perante os resultados destes testes, considerou-se que a amostra cumpria os requisitos, tanto de homogeneidade como de ajustamento à normal, sendo utilizado testes paramétricos, nomeadamente um ANOVA de 1 variável. O nível de significância selecionado foi de 5% ( $\alpha=0,05$ ).

## 4- RESULTADOS

---

Todos os instrumentos foram testados com as mesmas condições experimentais em cada ensaio registou-se o tempo até à fratura. Para análise de resultados os instrumentos foram divididos, consoante as suas utilizações, em três grupos. O grupo 1, denominado G1, referência os instrumentos com zero utilizações e os dados usados são da tese do aluno de mestrado da FCT-UNL/DEMI, Pedro Pinto, que respeita as mesmas condições experimentais aqui exigidas (Pinto, 2013). Os outros dois grupos, G2 e G3 são compostos por instrumentos com 1 e 2 utilizações, respetivamente. Sendo que no G3 os instrumentos Wop29-Wop36 também são valores da tese anteriormente referenciada.

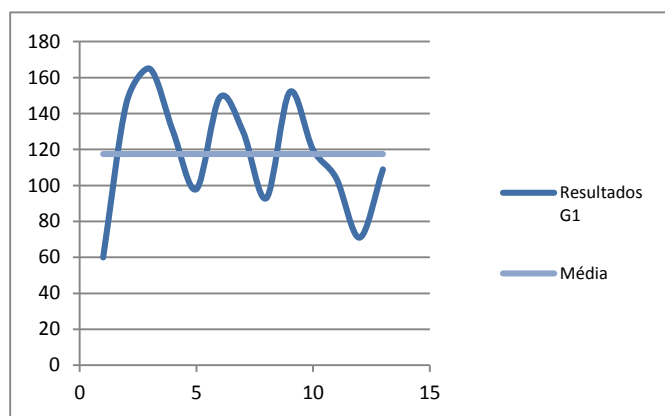
### 4.1 Análise estatística descritiva

Os valores médios e o desvio padrão do tempo até à fratura, obtidos por grupo experimental, apresentam-se na tabela 3 e nos gráficos 1, 2 e 3:

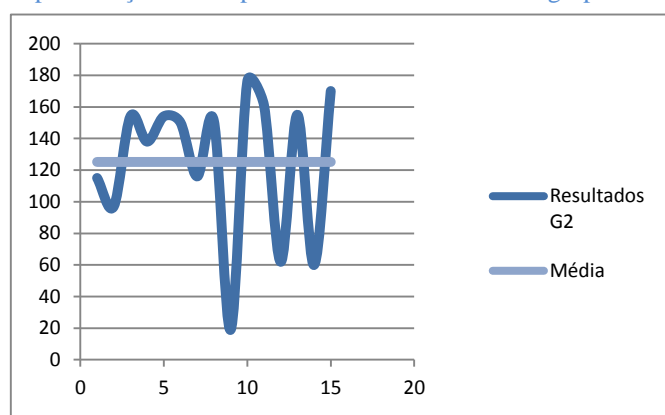
Teste #	Grupo	Limas	Fractura [min:seg]	Fractura [seg]	Média [seg]	Média [min]	Desvio padrão [seg]
1	G1	Wop1	01:00,0	60	117,46	01:57,46	31,98
2		Wop2	02:26,0	146			
3		Wop3	02:45,0	165			
4		Wop4	02:10,0	130			
5		Wop5	01:38,0	98			
6		Wop6	02:29,0	149			
7		Wop7	02:10,0	130			
8		Wop8	01:33,0	93			
9		Wop9	02:32,0	152			
10		Wop10	02:00,0	120			
11		Wop11	01:44,0	104			
12		Wop12	01:11,0	71			
13		Wop13	01:49,0	109			
14	G2	Wop14	01:55,0	115	125,20	02:05,20	46,57
15		Wop15	01:37,0	97			

16		Wop16	02:34,0	154			
17		Wop17	02:18,0	138			
18		Wop18	02:35,0	154			
19		Wop19	02:30,0	150			
20		Wop20	01:56,0	116			
21		Wop21	02:31,0	151			
22		Wop22	00:19,0	19			
23		Wop23	02:56,0	176			
24		Wop24	02:41,0	161			
25		Wop25	01:01,0	62			
26		Wop26	02:35,0	155			
27		Wop27	01:00,0	60			
28		Wop28	02:50,0	170			
29		Wop29	02:35,0	155			
30		Wop30	01:15,0	75			
31		Wop31	01:32,0	92			
32		Wop32	02:00,0	120			
33		Wop33	01:18,0	78			
34		Wop34	02:25,0	145			
35		Wop35	00:35,0	35			
36	<b>G3</b>	Wop36	01:23,0	83	90,87	01:30,87	43,50
37		Wop37	01:16,0	76			
38		Wop38	01:38,0	98			
39		Wop39	02:42,0	162			
40		Wop40	00:57,0	57			
41		Wop41	02:06,0	126			
42		Wop42	00:31,0	31			
43		Wop43	30:00,0	30			

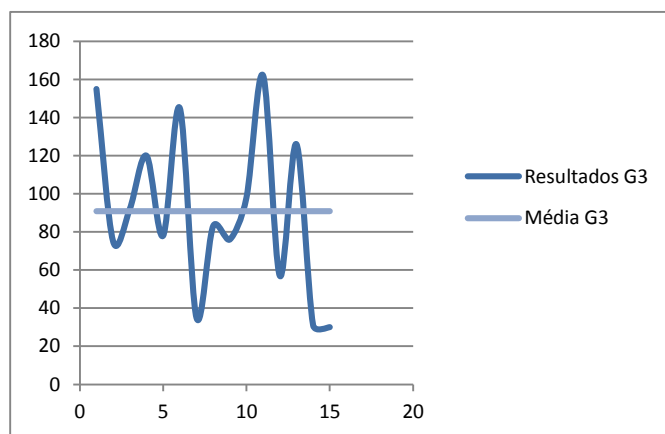
**Tabela 3** – Análise descritiva dos dados obtidos para o tempo até a fratura de cada lima, nos diferentes grupos.



**Gráfico 1** – Representação do tempo até a fratura das limas do grupo G1e a sua média



**Gráfico 2** - Representação do tempo até a fratura das limas do grupo G2 e a sua média



**Gráfico 3** – Representação do tempo até a fratura das limas do grupo G3 e a sua média

A média dos grupos G1 e G2 são relativamente próximas, sendo G3 o grupo que apresenta uma média de tempo até a fratura inferior.

A tabela 4 representa a frequência absoluta e relativa dos tempos, em segundos, até a fratura de cada lima ensaiada. Sendo que, no intervalo de segundos [141-170], houve maior número de limas a fraturar (30,23% da amostra).

Segundos	Frequência Absoluta (FA)	Frequência Relativa (FR) %
[0-30]	3	6,98
[31-60]	5	11,63
[61-90]	6	13,95
[91-110]	7	16,28
[111-140]	8	18,60
[141-170]	13	30,23
[171-200]	1	2,33
Total	43	100

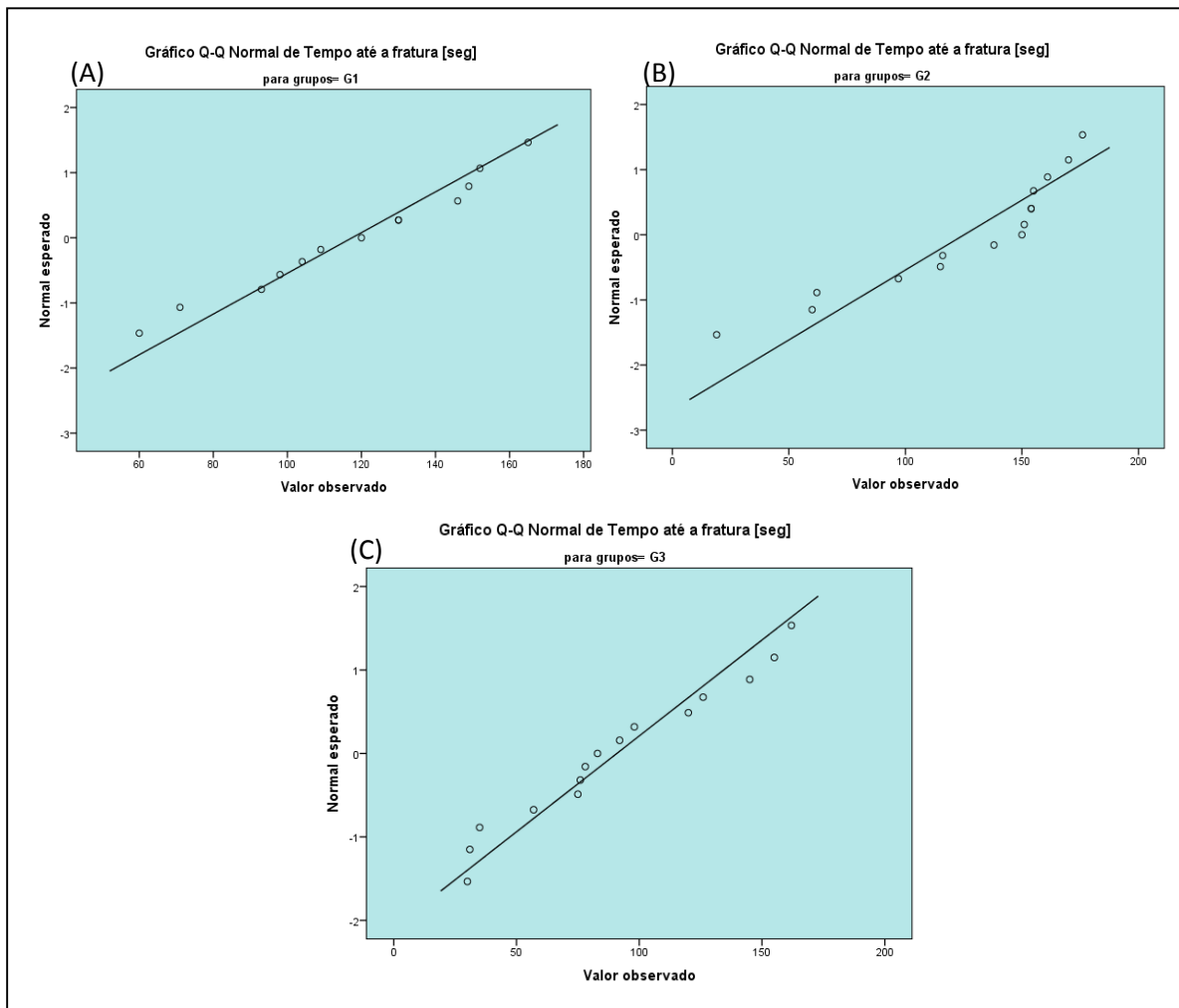
**Tabela 4** – Frequência relativa e absoluta dos tempos em segundos até a fratura

#### 4.2 Análise estatística inferencial

A partir dos testes de Kolmogorov-Smirnov com correlação de significância de Lilliefors e dos testes de Shapiro-Wilk, avaliou-se a distribuição da normalidade das variáveis em estudo, neste caso o tempo até a fratura das limas de cada grupo (Tabela 5 e gráficos 4). O valor da  $p$  em ambos os testes para o grupo G1 e G3 foi superior a 0,05 ( $p > 0,05$ ), portanto estes grupos apresentam uma distribuição normal. Por outro lado, o grupo G2 não apresenta uma distribuição normal, o valor de  $p$  foi sempre inferior a 0,05 ( $p < 0,05$ ).

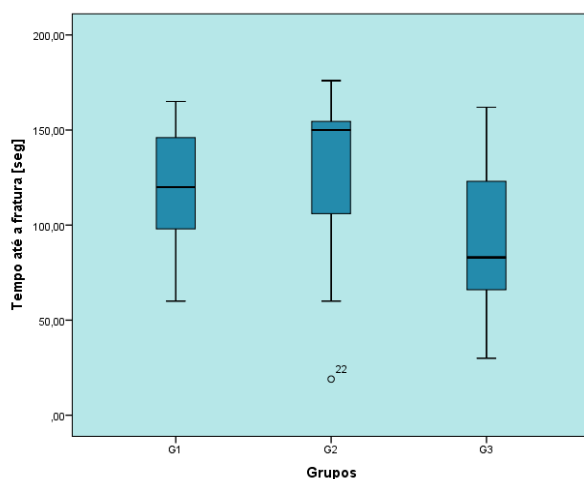
	Grupos	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
<b>Tempo até à fratura [seg]</b>	G1	0,122	13	0,200	0,966	13	0,844
	G2	0,236	15	0,024	0,864	15	0,028
	G3	0,105	15	0,200	0,942	15	0,411

**Tabela 5** – Resultados da aplicação dos testes de normalidade nos tempos até a fratura.



**Gráficos 4** – (A) gráfico Q-Q Normal de tempo até a fratura das limas do G1; (B) gráfico Q-Q Normal de tempo até a fratura das limas do G2; (C) gráfico Q-Q Normal de tempo até a fratura das limas do G3.

O diagrama de caixa (Gráfico 5) permite compreender melhor a não normalidade presente no grupo G2, onde o valor da mediana está muito próximo do valor máximo, e muito distante do valor mínimo, não havendo uma normalidade na amostra.



**Gráfico 5** – Diagrama de caixas do tempo até a fratura de cada grupo de amostras: G1, G2 e G3.

Para conhecer a homogeneidade das espécimens de cada grupo e compreender que testes fazer, se paramétricos ou não-paramétricos, realizou-se o teste de Levenes (tabela 6). Os valores de  $p$  foram superiores a 0,05 ( $p > 0,05$ ) o que significa que a amostra é homogênea.

<b>Estatística de Levenes</b>	<b>df1</b>	<b>df2</b>	<b>Sig.</b>
<b>0,955</b>	<b>2</b>	<b>40</b>	<b>0,393</b>

**Tabela 6** – teste da homogeneidade de variâncias

Posto isto, perante a existência de normalidade e homogeneidade recorreu-se, para compreender a significância estatística da amostra, o teste paramétrico ANOVA (Analys of variance) de 1 variável (tabela 7).

### **ANOVA**

Variável dependente: Tempo até a fratura [seg]

	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Df</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Z</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre Grupos</b>	9647,055	2	4823,527	2,791	0,073
<b>Nos Grupos</b>	69137	40	1728,434		
<b>Total</b>	78784,419	42			

**Tabela 7** – ANOVA de uma só variável

De acordo com o procedimento estatístico realizado, pode-se afirmar que a vida à fadiga das limas não se altera após uma utilização, visto não existir significância estatística ( $p > 0,05$ ) sobre a amostra estudada. Assim, a hipótese nula inicialmente estipulada é aceite.



## 5- DISCUSSÃO

---

Uma correta preparação e desinfecção do sistema canalar é o objetivo mais importante a atingir no tratamento endodôntico, para a obtenção de sucesso (Kim HC *et al.*, 2012). Para este efeito, os clínicos procuram instrumentos resistentes a fratura, eficientes e que preservem ao máximo a anatomia do canal radicular (Park SK *et al.*, 2013).

A fratura dos instrumentos para tratamento endodôntico continua a ser um fator de preocupação para muitos clínicos. A partir da análise do modo de fratura de vários instrumentos de uso único, compreendeu-se que a vida à fadiga é uma importante variável a considerar aquando do uso de instrumentos de NiTi, em canais radiculares com curvaturas (Pirani C *et al.*, 2013).

Deste modo, o objetivo do presente estudo foi compreender se existem alterações, após a primeira utilização, da resistência à fratura das limas WaveOne Primary, como é indicado pelo fabricante. Para isso utilizou-se 3 grupos diferentes de limas: G1 limas com zero utilizações (n=13), G2 limas com uma utilização (n=15) e G3 limas com duas utilizações (n=15).

Idealmente para investigar a resistência à fratura por fadiga dos instrumentos de rotação de Ni-Ti a instrumentação devia ser realizada em canais curvos de dentes naturais. No entanto, a anatomia dentária interna é muito variável o que torna impossível a padronização em condições experimentais. Por este motivo, na medida de tentar criar um meio experimental fidedigno muitos métodos e dispositivos têm vindo a ser desenvolvidos. (Park SK *et al.*, 2013; De-Deus G *et al.*, 2014) Assim, para reduzir possíveis viés cada grupo de limas foi testado por meio de um dispositivo previamente utilizado em outros estudos, que simula as condições de um canal radicular (Alexandre Fernandes, 2013; Pinto, 2013). As condições impostas para a geometria do canal foram de 4,7 mm de raio para uma curvatura a 45°. Para atribuir a movimentação recíproca sobre as limas, utilizou-se o micromotor ref<sup>a</sup>. WAVEONE™ da marca Dentsply Maillefer no programa de funcionamento “WAVEONE ALL”. Os instrumentos testados foram assim sujeitos à fadiga e acabaram por fraturar.

Na análise descritiva aos dados cada grupo apresentou, em média, diferentes tempos de duração experimental. Os instrumentos do grupo G1 apresentaram uma média de tempo até a fratura de 1 minuto e 57 segundos. Os instrumentos do grupo G2, por sua vez, apresentaram uma duração experimental ligeiramente superior, durando em média 2 minutos e 5 segundos até a sua fratura. O grupo G3 foi o que apresentou valores de duração experimental inferiores, nomeadamente 1 minuto e 30 segundos até a fratura. Perante estes resultados, os valores de G1 e G2 são muito semelhantes, não havendo grande diferença na média do tempo que os seus instrumentos demoram a fraturar, o que sugere que apesar das espécimens de G2 terem mais uma utilização que os do G1 a sua resistência a fadiga não se alterou. O mesmo não se pode dizer dos espécimens de G3 que fraturaram de forma mais rápida que os espécimens com menos utilizações. A partir de tabelas de frequência relativa verificou-se que cerca de 30,23% ( $n=13$ ) das limas fraturam no intervalo de tempo entre os [141-170] segundos.

Para conhecer a significância estatística dos espécimens da amostra recorreu-se ao uso do *software* SPSS 22.0 para Windows. Inicialmente estudou-se a distribuição da normalidade da amostra, sendo que, tanto para o teste de kolmogorov-Smirnov com correção de Lelliefors como para Shapiro-Wilk, apenas os espécimens do grupo G2 não apresentaram normalidade ( $p<0,05$ ). Por outro lado, fez-se o testes de Levene para conhecer a homogeneidade da amostra e a sua significância foi superior a 0.05 ( $p>0.05$ ). Assim, como a amostra total respeita uma homogeneidade e ambos os grupos G1 e G3 apresentam normalidade recorreu-se ao uso de testes paramétricos para avaliar a significância estatística de todos os dados. Apesar do grupo G2 não apresentar normalidade nos seus dados, optou-se pelos testes paramétricos devido às desvantagens que os não paramétricos acarretam sobre a amostra. Os testes não-paramétricos não são tão eficientes, o que significa que para detetar uma diferença entre os espécimes, o tamanho amostral deve ser um pouco maior do que o considerado para um teste paramétrico.

Posto isto, como a nossa amostra respeita os três pressupostos para a utilização dos testes paramétricos (distribuição normal, homogeneidade e observações independentes) utilizou-se um ANOVA de uma variante para conhecer a significância dos dados. Este teste comprovou que não existe diferença significativa sobre a média de cada grupo ( $p=0,073$ ), o que leva a aceitar a hipótese nula ( $H_0$ ) inicialmente postulada.

Os resultados dos estudos realizados por Park.,(2013) chegaram as mesmas conclusões da hipótese nula aqui testada. Park., (2013) conclui que a eficiência das limas WaveOne Primary diminui à medida que aumentam as utilizações, no entanto, muito poucas ou nenhuma microfendas foram detetadas à superfície das limas mesmo após 5 utilizações. Assim, estes instrumentos reciprocantes parecem poder ser reutilizados até 5 vezes, apesar do fabricante referir que as limas devem ser descartadas após uma utilização(Park SK *et al.*, 2013). Outro estudo realizado por Castello-Escriva et al., (2012) ao avaliar a resistência à fadiga de três tipos de limas (WaveOne Primary, ProTaper F2 e Twisted Files) em quatro canais diferentes, registou que as limas WaveOne Primary apresentavam significativamente um maior número de ciclos até à fratura comparativamente com as outras limas. Este estudo conclui também que as limas com movimentos reciprocantes apresentam maior resistência à fadiga do que as limas sujeitas a movimentos convencionais. (Castelló-Escrivá R *et al.*, 2012)

Ao comparar a análise descritiva do presente estudo com a tese de Pinto, (2013), que estuda as WaveOne Primary com zero, uma e durações utilizações, conclui-se que a médias de tempos até a fratura são semelhantes, em ambos os estudos. Os grupos com zero e uma utilização apresentaram uma média de duração experimental (tempo até a fratura) muito próxima e os instrumentos com três utilizações, apresentaram valores de tempo até a fratura consideravelmente inferiores. Pinto, (2013) através de um microscópio de varrimento eletrónico analisou a superfície de algumas limas testadas. As limas com uma e duas utilizações apresentavam um maior desgaste e limites de superfícies de fratura menos definidos, do que as limas com zero utilizações, o que vai ao encontro com os valores de tempo até a fratura apresentados.

Como em qualquer estudo, as limitações estão presentes:

1) A dimensão da amostra é um fator a apontar, de modo a obter dados mais concretos e significativos;

2) A não utilização do lubrificante pode alterar os resultados em relação a utilização habitual, uma vez que na prática clínica utilizam-se irrigantes e lubrificantes. A sua ausência pode aumentar o atrito, principalmente em limas novas que possuem ângulos mais cortantes (neste caso G1),interferindo na sua resistência à fadiga;

3) O dispositivo simula a forma do canal radicular, no entanto, a superfície sobre a qual a lima trabalha é muito diferente comparativamente com um dente natural, podendo interferir nos resultados obtidos;

4) O movimento efetuado sobre as limas não é um movimento de vai-e-vem, semelhante ao que se usa na prática clínica real. De-Deus., 2014 realizou recentemente um estudo onde uma das variáveis comparava o tempo até a fratura de dois grupos de limas WaveOne Large quando submetidas a testes estáticos e a testes dinâmicos. Os resultados concluíram que a resistência a fratura era superior quando os instrumentos eram submetidos a movimentos de vai-e-vem (testes dinâmicos);

A literatura está repleta de estudos que visam principalmente comparar a resistência à fratura (Arias A *et al.*, 2012; Castelló-Escrivá R *et al.*, 2012; Kim HC *et al.*, 2012; Plotino G *et al.*, 2012; Pedullà E *et al.*, 2013; Saber SEDM *et al.*, 2013; De-Deus G *et al.*, 2014) e capacidade de *shaping* (Berutti E *et al.*, 2012; Bürklein *et al.*, 2012; Saber SEDM *et al.*, 2014) das limas WaveOne com outras limas, tanto com movimentos reciprocantes como com movimentos de rotação convencional. Recomenda-se o desenvolvimento de estudos que avaliem a capacidade de reutilização deste tipo de lima, no entanto, com um maior número de espécimens e o uso de movimentos dinâmicos de vai-e-vem, de modo a mimetizar o que ocorre na realidade, aquando da instrumentação canal.

## 6- CONCLUSÕES

---

Este estudo conclui que na amostra estudada a resistência por fadiga cíclica das limas WaveOne Primary não se altera após a primeira utilização. De acordo com os resultados:

- 1) As limas utilizadas uma, duas e três vezes não apresentam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) na sua resistência a fratura, nas condições deste estudo.

Contudo, é de referir que existe uma proximidade dos valores da média do tempo até a fratura das limas com zero e uma utilização (G1 e G2). Por sua vez, os valores de G3 são menores, o que pode indiciar uma possível diminuição da resistência a fratura. Esta diferença deve ser investigada.

**Implicações clínicas:** se tomarmos em consideração apenas a resistência à fratura por fadiga cíclica, os resultados obtidos nas condições do estudo parecem não desaconselhar, pelo menos, uma segunda utilização dos instrumentos reciprocantes.

## 7- REFERENCIAS

---

Arias A, Perez-Higueras JJ and De la Macorra JC. Differences in cyclic fatigue resistance at apical and coronal levels of Reciproc and WaveOne new files. *Journal of endodontics* (2012); 38(9):1244-1248.

Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A and Pasqualini Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *Journal of endodontics* (2012); 38(4):505-509.

Bürklein, S., K. Hinschitzka, T. Dammaschke and E. Schäfer. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *International endodontic journal* (2012); 45(5):449-461.

Castelló-Escrivá R, Alegre-Domingo T, Faus-Matoses V, Román-Richon S and Faus-Llácer VJ. In Vitro Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of ProTaper, WaveOne, and Twisted Files. *Journal of endodontics* (2012); 38(11):1521-1524.

De-Deus G, Talarico Leal Vieira V, Nogueira da Silva EJ, Lopes H, Elias CN and Moreira EJ. Bending Resistance and Dynamic and Static Cyclic Fatigue Life of Reciproc and WaveOne Large Instruments. *Journal of endodontics* (2014).

Dentsply (2012). "WaveOne." from <http://www.dentsplyrewards.co.uk/ReciprocatingNiTiFile/WaveOne>.

Fatma Y and Ozgur U. Evaluation of surface topography changes in three NiTi file systems using rotary and reciprocal motion: An atomic force microscopy study. *Microscopy research and technique* (2013).

Fernandes A (2013). Caracterização do comportamento à fadiga de instrumentos de Ni-Ti para aplicações de endodontia. Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Nova de Lisboa

Gergi, R., N. Osta, G. Bourbouze, C. Zgheib, R. Arbab-Chirani and A. Naaman. Effects of three nickel titanium instrument systems on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *International endodontic journal* (2014).

Kim HC, Hwang YJ, Jung DW, You SY, Kim HC and Lee W. Micro-Computed Tomography and Scanning Electron Microscopy Comparisons of Two Nickel–Titanium Rotary Root Canal Instruments Used With Reciprocating Motion. *Scanning* (2013); 35(2):112-118.

Kim HC, Kwak SW, Cheung GS, Ko DH, Chung SM and Lee W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *Journal of endodontics* (2012); 38(4):541-544.

Madarati A, Watts DC, Qualtrough AJE. A survey on the experience of Uk Endodontists and general dental practitioners in the management of intra-canal fractured endodontic files. *International endodontic Journal* (2008); 41(9):816

Park SK, Kim YJ, Shon WJ, You SY, Moon YM, Kim HC and Lee W. Clinical Efficiency and Reusability of the Reciprocating Nickel–Titanium Instruments According to the Root Canal Anatomy. *Scanning* (2013).

Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Gambarini G and Rapisarda E. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. *Journal of endodontics* (2013); 39(2):258-261.

Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Palermo F, Gambarini G and Rapisarda E. Cyclic fatigue resistance of two reciprocating nickel–titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite. *International endodontic journal* (2013); 46(2):155-159.

Pinto, P. (2013). Avaliação da vida à fadiga de instrumentos endodônticos submetidos a movimentos recíprocos. Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Nova de Lisboa.

Pirani C, Ruggeri O, Cirulli PP, Pelliccioni GA, Gandolfi MG and Prati C. Metallurgical analysis and fatigue resistance of WaveOne and ProTaper nickel–titanium instruments. *Odontology* (2013):1-6.

Plotino G, Grande NM, Testarelli L and Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *International endodontic journal* (2012); 45(7):614-618.

Saber SEDM, Nagy MM and Schäfer E. Comparative evaluation of the shaping ability of WaveOne, Reciproc and OneShape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *International endodontic journal* (2014).

Saber SEDM, Sadat E and Abu SM. Effect of Altering the Reciprocation Range on the Fatigue Life and the Shaping Ability of WaveOne Nickel-Titanium Instruments. *Journal of endodontics* (2013); 39(5):685-688.







**Figura 8** -Micromotor WaveOne™ utilizado em todo o processo experimental